

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/050050

International filing date: 07 January 2005 (07.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 005 136.4
Filing date: 02 February 2004 (02.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 09 March 2005 (09.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

22. 02. 2005

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2004 005 136.4

Anmeldetag: 02. Februar 2004

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zum Ladungsausgleich
der in Reihe geschalteten Kondensatoren eines
Doppelschichtkondensators

IPC: H 02 J 15/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 16. Februar 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Remus

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zum Ladungsausgleich der in Reihe geschalteten Kondensatoren eines Doppelschichtkondensators

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ladungsausgleich der in Reihe geschalteten Kondensatoren eines Doppelschichtkondensators, insbesondere in einem Kraftfahrzeug-Bordnetz, nach Anspruch 1 oder 2.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben dieser Vorrichtung nach Anspruch 5.

Doppelschichtkondensatoren haben sich als sinnvollste technische Lösung zur Speicherung und Bereitstellung kurzfristig hoher Leistungen in einem Kraftfahrzeug-Bordnetz herausgestellt, beispielsweise bei der Beschleunigungsunterstützung (Boosten) der Brennkraftmaschine durch einen als Elektromotor arbeitenden integrierten Starter-Generator oder bei der Wandlung von Bewegungsenergie beim regenerativen Bremsvorgang (Rekuperation) in elektrische Energie durch den als Generator arbeitenden integrierten Starter-Generator.

Die maximale Spannung eines Einzelkondensators eines Doppelschichtkondensators ist auf etwa 2.5V bis 3.0V begrenzt, so dass für eine Spannung von beispielsweise 60V - ein typischer Spannungswert für einen in einem 42V-Bordnetz verwendeten Doppelschichtkondensator - etwa 20 bis 25 Einzelkondensatoren zu einem Kondensatorstapel in Reihe geschaltet werden müssen.

Bedingt durch unterschiedliche Selbstentladung der Einzelkondensatoren (etwa um 5% bis 8% innerhalb von 16 Stunden) baut sich im Lauf der Zeit ein Ladungsungleichgewicht im Kondensatorstapel auf, welches den Doppelschichtkondensator letztendlich unbrauchbar macht, wenn kein Ladungsausgleich vorgenommen wird. Extrapoliert man die Entladekurve auf Zeiträume von

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

5 Ausführungsbeispiele nach der Erfindung werden nachstehend anhand einer schematischen Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1 die Schaltung eines ersten Ausführungsbeispiels nach der Erfindung,
- 10 Figur 2 Spannungsverläufe ausgewählter Punkte dieser Schaltung,
- Figur 3 Stromverläufe ausgewählter Punkte dieser Schaltung,
- Figur 4 die Schaltung eines zweiten Ausführungsbeispiels nach der Erfindung.

15 Figur 1 zeigt die Schaltung eines ersten Ausführungsbeispiels nach der Erfindung mit einem einen positiven und einen negativen Anschluss V+ und V- aufweisenden Doppelschichtkondensator DLC, bestehend aus n in Reihe geschalteten Einzelkondensatoren C1 bis Cn.

20

Die Schaltung weist einen Flyback-Transformator Tr0 auf, dessen Primär- und Sekundärwicklung gegenphasig zueinander gewickelt sind und welcher die Funktion eines magnetischen Energiespeichers hat. Die bei den Transformatoren eingezeichneten Punkte in den Figuren 1 und 4 bezeichnen den jeweiligen Wicklungsanfang.

25

Die Primärwicklung des Flyback-Transformators Tr0 ist einerseits mit dem positiven Anschluß V+ und andererseits mit dem Drainanschluss eines beispielsweise als MOSFET ausgebildeten Schalttransistors T1 verbunden. Der Schalttransistor T1 kann jedoch auch als bipolarer Transistor mit Basis-, Emitter- und Kollektoranschluss ausgebildet sein. Der Sourceanschluss des

30

35

Schalttransistors T1 ist einerseits mit dem invertierenden Eingang eines ersten Spannungskomparators KOMP1 und andererseits über einen ersten Widerstand R1 mit dem negativen An-

Statussignal ST, welches von einer externen, nicht dargestellten Auswertelogik überwacht wird, worauf später näher eingegangen wird.

- 5 Jedem Einzelkondensator C1 bis Cn des Doppelschichtkondensators DLC ist ein gleichphasig gewickelter (Primär- und Sekundärwicklung sind gleichphasig zueinander gewickelt) Einzeltransformator Tr1 bis Trn zugeordnet.
- 10 Der Wicklungsanfang der Sekundärwicklung jedes Einzeltransformators Tr1 bis Trn ist über eine Einzeldiode D1 bis Dn mit dem positiven Anschluss +C1 bis +Cn des ihm zugeordneten Einzelkondensators C1 bis Cn verbunden, während der andere Anschluss direkt mit dem anderen (negativen) Anschluss des ihm
- 15 zugeordneten Einzelkondensators C1 bis Cn verbunden ist.

- Die Primärwicklungen der Einzeltransformatoren Tr1 bis Trn sind parallelgeschaltet; wobei der gemeinsame Wicklungsanfang mit der Katode der ersten Diode D0 und das gemeinsame Wick-
- 20 lungsende mit negativen Anschluss V- (Bezugspotential) und mit dem Wicklungsende der Sekundärwicklung des Flyback-Transformators Tr0 verbunden ist. Dabei erfolgt die Verbindung des Flyback-Transformators (Tr0) mit den Einzeltransformatoren durch eine Zweidraht-Busleitung.

- 35 Nachstehend wird das Verfahren zum Betreiben dieser Vorrichtung anhand von in den Figuren 2a bis 2e (Spannungen) sowie 3a und 3b (Ströme) dargestellten Signalverläufen ausgewählter Punkte der Schaltung beschrieben. Angenommen ist dabei, dass
- 30 die Nennspannung des Doppelschichtkondensators DLC = 10V, und die Nennspannung eines Einzelkondensators = 2.5V beträgt, mit $n = 4$. Ein Ladungsausgleich erfolgt hier aus der Gesamtspannung des Doppelschichtkondensators DLC, kann aber auch aus anderen Energiespeichern erfolgen, sobald welche mit dem Doppelschichtkondensator DLC verbunden sind, was jedoch in Figur
- 35 1 nicht dargestellt ist.

nungssprung detektiert und dazu verwendet, Schalttransistor T1 nichtleitend zu halten, bis sich der Flyback-Transformator Tr0 vollständig entladen hat.

- 5 Beim Nichtleitendschalten des Schalttransistors T1 steigt die Spannung der Primärseite des Flyback-Transformators Tr0 - getrieben durch die in seinem Kern gespeicherte Energie - über die Spannung am positiven Anschluss V+ hinaus an. Ebenso steigt die Spannung an dessen Sekundärseite; der von ihr verursachte Strom fliesst über die in Durchlassrichtung betriebene erste Diode D0 (Figur 2d) und erzeugt am zweiten Widerstand R2 eine proportionale Spannung, deren Anstiegsgeschwindigkeit durch die Aufladung des ersten Kondensators C0 bestimmt wird. Diese Spannung gelangt an den invertierenden
- 10 Eingang des Spannungskomparators KOMP2. Dieser dient also zur Erfassung der Sekundärspannung des Flyback-Transformators Tr0.

- Solange diese Spannung grösser als die Referenzspannung Vref1 ist, schaltet der Ausgang des Spannungskomparators KOMP2 auf Low-Pegel, so dass Schalttransistor T1, über die Undglieder UND2 und UND1 nichtleitend bleibt. Erst wenn der Flyback-Transformator Tr0 vollständig entladen ist und die Spannung an seiner Sekundärseite zusammenbricht, sinkt die Spannung am invertierenden Eingang des Spannungskomparators KOMP2 unter die Referenzspannung Vref1, woraufhin dessen Ausgang auf High-Pegel geht und über die Undglieder UND2 und UND1 den Schalttransistor T1 wieder leitend steuert.
- 20
- 25

- 30 Dass die Spannung an der Sekundärwicklung des Flyback-Transformators Tr0 beim Leitendschalten des Schalttransistors T1 negativ wird, ist dabei bedeutungslos, da nun die erste Diode D0 sperrt.

- 35 Die im Flyback-Transformator Tr0 gespeicherte Energie fliesst nach dem Nichtleitendschalten des Schalttransistors T1 über die Sekundärwicklung des Flyback-Transformators Tr0 und die

Diese einheitliche Primärspannung wird dabei durch den Einzelkondensator, beispielsweise C1, mit der niedrigsten Ladepannung verursacht, da er ja auch die niedrigste Primärspannung an dem ihm zugeordneten Einzeltransformator Tr1 erzeugt.

5

Diese einheitliche Primärspannung liegt - mit dem reziproken Übersetzungsverhältnis der Transformatoren übersetzt - auch an den Sekundärseiten aller anderen Transformatoren Tr2 bis Trn an.

10

Da diese Spannung nun aber kleiner ist als die Summe aus Ladepannung des jeweiligen Einzelkondensators C2 bis Cn und der Flußspannung der zugeordneten Einzeldiode, werden diese Einzeldioden D2 bis Dn nicht leiten und die Einzelkondensatoren C2 bis Cn erhalten keinen Ladestrom. Vielmehr fließt der von der Sekundärseite des Flybacktransformators Tr0 kommende Strom im wesentlichen dem Einzelkondensator (C1) mit der kleinsten Spannung als Ladestrom zu.

15

20 Im Verlaufe des Ladevorganges wird nun die Spannung dieses Kondensators steigen und sie erreicht den Wert des Kondensators mit der zweitniedrigsten Spannung. Von nun an wird auch die diesem Kondensator zugeordnete Einzeldiode leitend und auch dieser Kondensator erhält einen Teil des Ladestromes. Deshalb werden von nun an die Spannungen beider Kondensatoren ansteigen, bis ihre Spannung den Wert des Kondensators mit der drittniedrigsten Spannung erreicht, u.s.w..

25

Dieser Vorgang wiederholt sich, bis schließlich alle Kondensatoren C1 bis Cn des Stapels die gleiche Spannung haben. Damit ist dann der Ladevorgang abgeschlossen.

30

Mittels der Überwachungsschaltung DIAG wird die am Ausgang des Spannungskomparators KOMP1 messbare Signaldauer = Ladezeitdauer und die am Ausgang des Spannungskomparators KOMP2 messbare Signaldauer = Entladezeitdauer des Flyback-Trans-

35

Die Schaltung weist an der Stelle, an der in Figur 1 der Fly-back-Transformator Tr0 zu finden war, eine Spule L1 auf. Der eine Anschluss der Spule L1 ist mit dem positiven Anschluss V+ und der andere Anschluss einerseits mit dem Drainanschluss des Schalttransistors T1 und andererseits über eine erste Diode D0 und einen dritten Widerstand R3 mit dem Emitteranschluss eines als Pegelwandler betriebenen Transistors T2 verbunden, dessen Basisanschluss mit dem positiven Anschluss V+ und dessen Kollektoranschluss mit dem zweiten Widerstand R2 und dem invertierenden Eingang des Spannungskomparators KOMP2 verbunden ist. Der erste Kondensator C0 ist einerseits mit dem Katodenanschluß der ersten Diode D0 und andererseits mit dem positiven Anschluß V+ verbunden.

Der Anschluss der Primärwicklungen der Einzeltransformatoren Tr1 bis Trn an die Spule L1 erfolgt in der Weise, dass die miteinander verbundenen Wicklungsanfänge mit dem Verbindungspunkt von erster Diode D0 und drittem Widerstand R3 verbunden sind, und dass die miteinander verbundenen Wicklungsenden mit dem positiven Anschluss V+ verbunden sind.

Die übrige Schaltung ist, wie bereits erwähnt, mit derjenigen nach Figur 1 identisch. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel erfolgt die Verbindung der Spule (L1) mit den Einzeltransformatoren durch eine Zweidraht-Busleitung.

Die Messung der Entladespannung der Spule L1 muss bei dieser Schaltung auf die am positiven Anschluss V+ liegende Spannung bezogen werden, was mittels des als Pegelwandler betriebenen PNP-Transistors T2 erfolgt..

Ist Schalttransistor T1 leitend gesteuert und seine Drainspannung deshalb niedrig, so sperrt die erste Diode D0 und verhindert somit einen Stromfluss von der Spule L1 durch die Basis-Emitter-Diode von Transistor T2 in Sperrrichtung.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Ladungsausgleich der in Reihe geschalteten Kondensatoren eines Doppelschichtkondensators (DLC), mit je
 5 einem jedem Kondensator (C1 bis Cn) zugeordneten Einzeltransformator (Tr1 bis Trn), dessen Sekundärwicklung mit dem positiven Anschluss des Kondensators über eine Einzeldiode (D1 bis Dn) und mit dem negativen Anschluss direkt verbunden ist, und mit einem Spannungskomparator,

10

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß ein Flyback-Transformator (Tr0) vorgesehen ist, dessen Primär- und Sekundärwicklung gegenphasig zueinander gewickelt sind, wobei das Wicklungsende dessen Primärwicklung mit dem positiven Anschluss (V+) des Doppelschichtkondensators (DLC) und der Wicklungsanfang mit dem Kollektor- oder Drainanschluss eines Schalttransistors (T1) verbunden ist, dass das Wicklungsende der Sekundärwicklung des Flyback-Transformators (Tr0) direkt mit dem negativen Anschluss (V-) des Doppelschichtkondensators (DLC) verbunden ist, während der Wicklungsanfang über die Reihenschaltung einer ersten Diode (D0) und eines zweiten Widerstandes (R2) mit dem negativen Anschluss (V-) des Doppelschichtkondensators (DLC) verbunden ist,

20

5

dass ein erster Spannungskomparator (KOMP1) vorgesehen ist, dessen invertierender Eingang einerseits mit dem Emitter- oder Sourceanschluss des Schalttransistors (T1) und andererseits mit einem ersten Widerstand (R1) verbunden ist, dessen anderer Anschluss mit dem negativen Anschluss (V-) des Doppelschichtkondensators (DLC) verbunden ist,

30

dass ein erstes Undglied (UND1) vorgesehen ist, dessen Ausgang mit dem Basis- oder Gateanschluss des Schalttransistors (T1) verbunden ist und dessen einem Eingang ein externes Steuersignal (EN) zugeführt wird,

35

dass ein zweites Undglied (UND2) vorgesehen ist, dessen Ausgang mit dem anderen Eingang des ersten Undgliedes (UND1)

2. Vorrichtung zum Ladungsausgleich der in Reihe geschalteten Kondensatoren eines Doppelschichtkondensators (DLC), mit je einem jedem Kondensator (C1 bis Cn) zugeordneten Einzeltransformator (Tr1 bis Trn), dessen Sekundärwicklung mit dem positiven Anschluss des Kondensators über eine Einzeldiode (D1 bis Dn) und mit dem negativen Anschluss direkt verbunden ist, und mit einem Spannungskomparator,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass eine Spule (L1) vorgesehen ist, deren einer Anschluss mit dem positiven Anschluss (V+) des Doppelschichtkondensators (DLC) und deren anderer Anschluss einerseits mit dem Kollektor- oder Drainanschluss eines Schalttransistors (T1) verbunden ist,

15 dass ein PNP-Transistor (T2) vorgesehen ist, dessen Basisanschluss mit dem einen Anschluss der Spule (L1) verbunden ist, dessen Emitteranschluss über einen dritten Widerstand und eine erste Diode (D0) mit dem anderen Anschluss der Spule (L1) verbunden ist, und dessen Kollektoranschluss über einen zweiten Widerstand mit dem negativen Anschluss (V-) des Doppelschichtkondensators (DLC) verbunden ist,

20 dass ein erster Spannungskomparator (KOMP1) vorgesehen ist, dessen invertierender Eingang einerseits mit dem Emitter- oder Sourceanschluss des Schalttransistors (T1) und andererseits mit einem ersten Widerstand (R1) verbunden ist, dessen anderer Anschluss mit dem negativen Anschluss (V-) des Doppelschichtkondensators (DLC) verbunden ist,

25 dass ein erstes Undglied (UND1) vorgesehen ist, dessen Ausgang mit dem Basis- oder Gateanschluss des Schalttransistors (T1) verbunden ist und dessen einem Eingang ein externes Steuersignal (EN) zugeführt wird,

30 dass ein zweites Undglied (UND2) vorgesehen ist, dessen Ausgang mit dem anderen Eingang des ersten Undgliedes (UND1) verbunden ist, und dessen einer Eingang mit dem Ausgang des ersten Spannungskomparators (KOMP1) verbunden ist,

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzeltransformatoren (Tr1 bis Trn) und die Einzeldioden D1 bis Dn zusammen mit den Einzelkondensatoren (C1 bis Cn) im Gehäuse des Doppelschichtkondensators (DLC) angeordnet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung des Flyback-Transformators (Tr0) oder der Spule (L1) mit den Einzeltransformatoren durch eine Zweidraht-Busleitung erfolgt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Kondensator (C0) vorgesehen ist, welcher einerseits mit dem Katodenanschluss der ersten Diode (D0) und andererseits mit dem negativen Anschluss (V-) verbunden ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Kondensator (C0) vorgesehen ist, welcher einerseits mit dem Katodenanschluß der ersten Diode (D0) und andererseits mit dem positiven Anschluß (V+) verbunden ist.

7. Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrieb selbstgesteuert erfolgt, wobei Schalttransistor (T1) leitend gesteuert wird, solange ein externes Steuersignal (EN) vorliegt und solange die Spannung an der Sekundärwicklung des Flyback-Transformators (Tr0) oder an der Spule (L1) unterhalb eines vorgegebenen Wertes liegt,

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet,
dass die nach dem Einschwingvorgang messbare Amplitude der
gleichgerichteten Entladespannung in der Überwachungsschal-
tung (DIAG) jeweils mit einem oberen und einem unteren
5 Grenzwert verglichen wird,
dass von einem einwandfreien Zustand des Doppelschichtkonden-
sators (DLC) ausgegangen wird, solange die gemessenen Werte
innerhalb der Grenzwerte liegen, und
dass die Überwachungsschaltung (DIAG) ein diesem Zustand ent-
10 sprechendes Statussignal (ST) ausgibt.

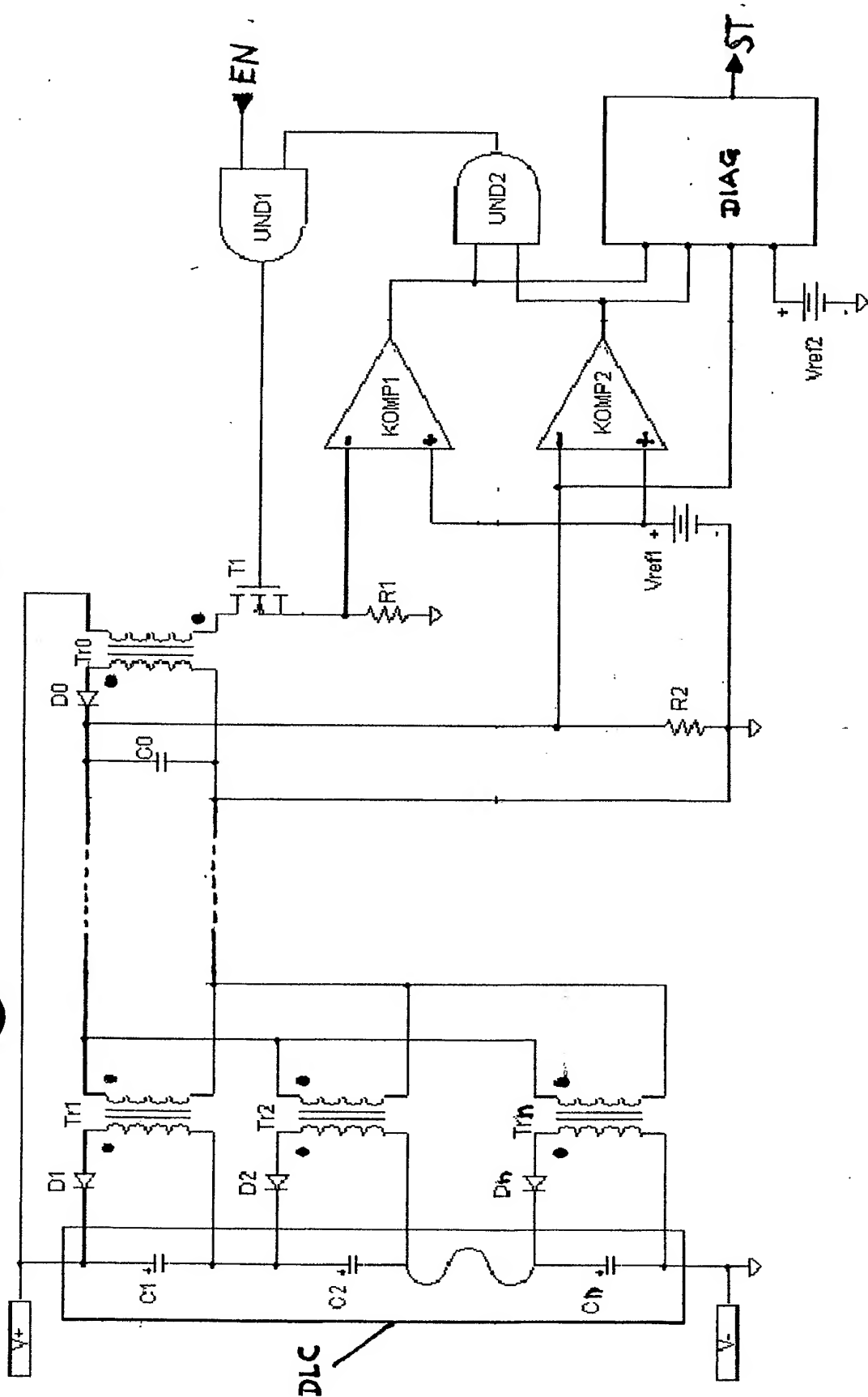


Fig.1

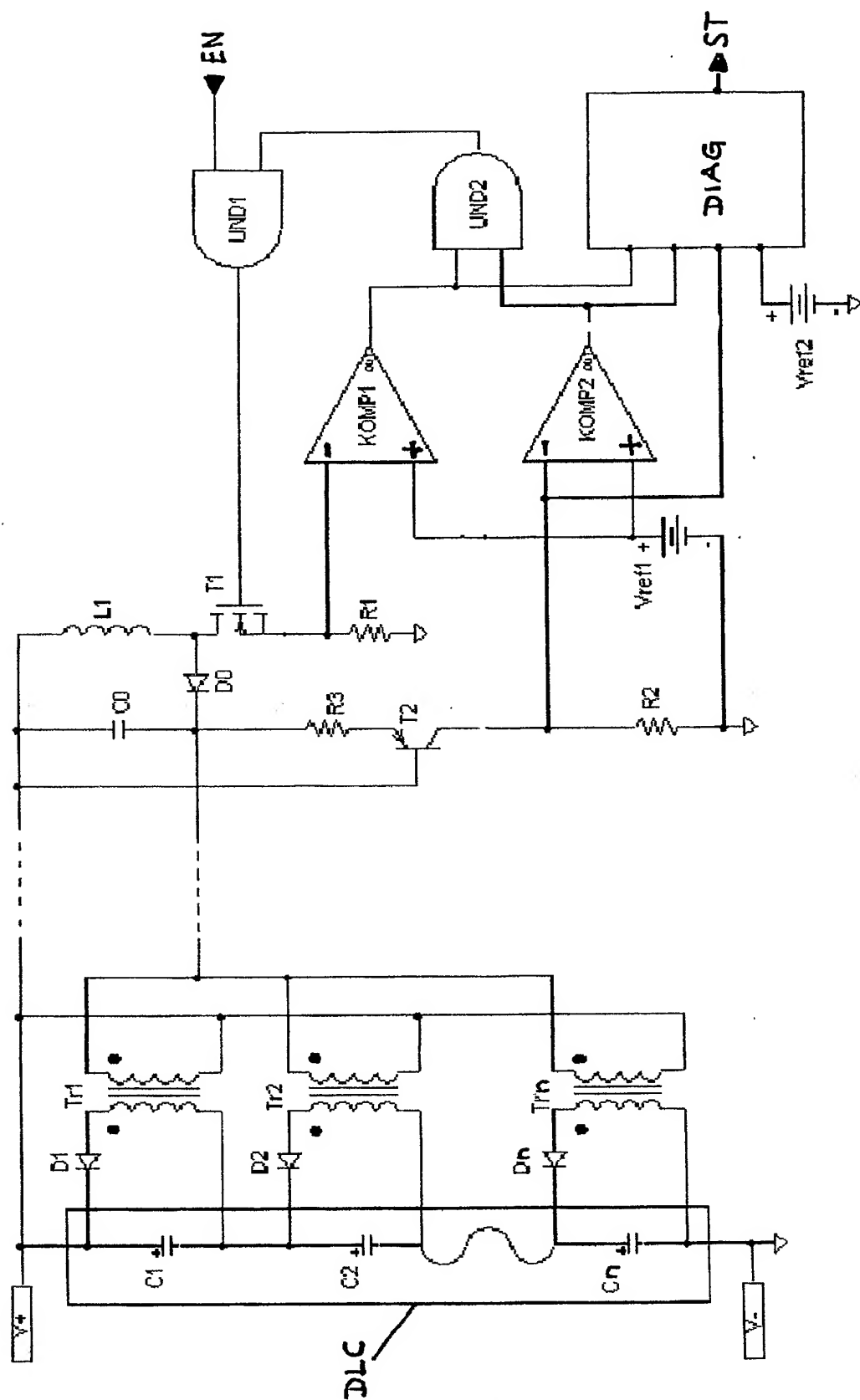


Fig.4